Meteorologische Elemente, im besonderen Wind und Sicht, und die Luftkörper in ihren Beziehungen zu der luftelektrischen Leitfähigkeit in Bad Pyrmont

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
genehmigt von der
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen
Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Liselotte Kern
aus Berlin

Tag der Promotion: 15. Mai 1939

Tag der mündlichen Prüfung: 23. Juni 1937

VERLAG RUDOLPH PFAU, BERLIN NW. 7, LUISENSTR. 21

N 11 1939

Gedruckt mit Genehmigung

der

Mathematisch-Naturwissenschaftl. Fakultät der Universität Berlin

---

Referenten: Prof. Dr. Kähler

Prof. Dr. von Ficker

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Inhaltsübersicht.

I. Einleitung.

II. Beschreibung der Instrumente und Meßfaktoren.

III. Lage des Bades Pyrmont und sein geologischer Aufbau.

IV. Täglicher Gang der klimatologischen Faktoren.

a) Wind.
b) Sicht.
c) Luftelektrische Leitfähigkeit.

V. Ionisatoren der atmosphärischen Luft.

VI. Meteorologoische Elemente, die störend auf den täglichen Gang der Leitfähigkeit der Luft wirken.

a) Lenardefekt.
b) Nebel und Dunst.
c) Luftkörper.

VII. Biologische Wirkungen der Luftelektrizität.

VIII. Zusammenfassung.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550804_0093

I. Einleitung.

Unsere bisherigen Kenntnisse über das Klima von Bad Pyrmont sind gering. Vom Ende des 19. Jahrhunderts liegt die Arbeit eines Arztes[1] vor, in der die Temperatur, Feuchtigkeit, Wind- und Luftdruckverhältnisse aus den Jahren 1897—1903 betrachtet werden. Nach dieser Arbeit besteht der Vorzug des Pyrmonter Klimas in der besonderen Luftreinheit und ihrer Anreicherung mit balsamischen Duftstoffen, hervorgerufen durch die üppige Vegetation der Umgebung. Interessant ist dabei schon die Erwähnung der Radiumemanation, die der nördlichen Quellkuppe des Pyrmonter Tales reichlich entströmt. Ferner wird auf die Eigenart des Zusammenwirkens von „Berg- und Waldklima", verursacht durch die bewaldeten Höhenzüge, die den Kurort umgeben, hingewiesen.

Neben den psychischen Heilfaktoren werden an erster Stelle die ventilatorischen Vorgänge der Talluft erörtert und im besonderen der längs der Talsohle zwischen den beiden Durchlaßpunkten in ostnordostwärtiger und südsüdwestlicher Richtung ununterbrochen dahingleitende Luftzug genannt. Heftige Luftströmungen berühren das Tal verhältnismäßig selten. Seiner nördlichen Hälfte gewährt gegen rauhe Winde aus Nord und Nordost der nördliche Bergwall, der Kegel des Königsberges, Schutz. Die Stadt selbst, im toten Winkel liegend, bleibt von Winden fast unberührt.

Ueber die relative Feuchtigkeit herrschen offenbar noch unklare Vorstellungen, da man das Klima besonders in den Sommermonaten als ein „mehr trockenes" bezeichnet. Taubildung wird als eine häufige und ausgeprägte Erscheinung der Sommerzeit dargestellt, und an besonders kalten Abenden und Morgen werden Nebel längs des Flußlaufes beobachtet. Gewitter treten sporadisch auf, jedoch wurden sie meist im Tale ohne Begleitung von Hagelschauern beobachtet. Mai und Juni sind die bevorzugten Monate, und der Verlauf ist stellenweise recht heftig. Auch wurde sehr richtig angedeutet, daß die Gewitter vielfach der Luftströmung der Talsohle folgen und in ostwärtiger Richtung ausklingen.

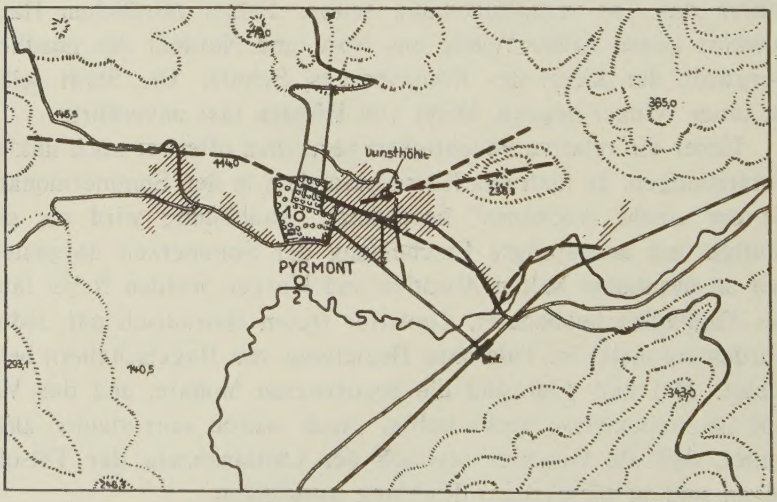
---

1. Seebohm, Dr. med.: Klima, Luft- und hygienische Verhältnisse des Bades Pyrmont. Bad Pyrmont 1899.

Da diese Arbeit in meteorologischer Hinsicht unbefriedigend ist, erschien es wünschenswert, die klimatischen Verhältnisse von Bad Pyrmont nach modernen Gesichtspunkten zu untersuchen. Deshalb wurden im Auftrage der Kurverwaltung des Bades Pyrmont in den Monaten Mai—Oktober des Jahres 1935 und Mai—September 1936 Messungen folgender meteorologischer Elemente durchgeführt:

1. Lufttemperatur
2. Luftbewegung (Windrichtung und -stärke)
3. Relativer Feuchtigkeit
4. Sicht
5. Sonnenstrahlung
   a) Strahlung von Sonne und Himmel auf die horizontale Flächeneinheit.
   b) Stärke der ultravioletten Strahlen im biologisch wirksamen Bereich.
6. Luftelektrische Leitfähigkeit.

Da die klimatischen Verhältnisse in enger Beziehung zu den therapeutischen Maßnahmen der Kurverwaltung stehen, wurde die Hauptbeobachtungsstation in dem von den Patienten vornehmlich aufgesuchten Teile der Kuranlage eingerichtet. Als Observatorium diente ein ehemaliges Gartenhaus (siehe Lageskizze Markierung 1)



Lage des Pyrmonter Talkessels.
1 Station im Kurpark. 2 Talstation. 3 Dunsthöhle.
— — — — Verwerfungsspalten.

des Kurparkes unmittelbar neben der Liegewiese. Um Vergleichswerte für die Windmessungen zu erhalten, wurde eine der Luftströmung frei ausgesetzte Meßstation im Tale (Markierung 2) gewählt. In der in einem Steinbruch gelegenen Dunsthöhle wurden zeitweilig luftelektrische Leitfähigkeitsmessungen durchgeführt. Derartige Beobachtungen wurden bei besonderen Wetterlagen auch am Bergabhang (siehe Markierungspunkte nördlich Pyrmonts) bisweilen vorgenommen.

II. Beschreibung der Instrumente und Meßfaktoren.

Während der oben erwähnten Monate wurden täglich Messungen alle zwei Stunden in der Zeit von 8—22 Uhr vorgenommen. Zur Bestimmung der Lufttemperatur diente ein Aßmannsches Aspirationspsychrometer, zur Bestimmung der Windstärke bei Station 1 ein Handanemometer und bei Station 2 ein Fueßsches Kontaktanemometer. Die relative Feuchte wurde von einem Hygrographen aufgezeichnet. Als Sichtmesser stand ein Wigandscher Keilsichtmesser zur Verfügung. Ein Aktinograph registrierte die Sonnenstrahlung, während zur Messung der ultravioletten Strahlen ein UV-Dosimeter (I. G. Farben Ind.) benutzt wurde. Besonderes Augenmerk wurde der Messung der elektrischen Leitfähigkeit der Luft zugewendet. Hierfür erschien es am zweckmäßigsten, ein Elster-Geitelsches Elektrometer zu verwenden, da in einigen anderen Kurorten, so z. B. in St. Blasien, mit einem derartigen Gerät Beobachtungen durchgeführt worden sind. Der Zerstreuungsstab war 30 cm lang und besaß einen Durchmesser von 0,5 cm; da Freiluft untersucht werden sollte, wurden die Messungen ohne Schutzzylinder vorgenommen und zwar auf einer in 4,20 m über dem Erdboden befindlichen, erdfeldfreien Veranda. Die Isolationsprobe wurde nach jeder letzten Tagesmessung angestellt. Sofern ein größerer Abfall als $^2/_{10}$ Skalenteile nach einer halben Stunde auftrat, wurde das Gerät durch Austrocknung mit Chlorkalzium in den normalen Zustand zurückgeführt. Außerdem wurde das Gerät alle zwei Monate in den städtischen Elektrizitätswerken geeicht. Nach dem Einjustieren wurde eine Spannung von ungefähr 100 Volt auf das Elektrometer gebracht, die dem Ausschlage der Aluminiumblättchen von 5 Ska-

lenteilen entsprach und dann die Zeit in Minuten festgelegt, in der die Spannung von Skalenteil 5 auf Skalenteil 4 abfiel. Bei dieser Methode konnten allerdings nur die leichten, beweglichen Ionen erfaßt werden; unberücksichtigt mußten die schweren, weniger leicht beweglichen Ionen bleiben.

Nach der Formel

$$a \pm = \frac{C+Z}{Z} \cdot \frac{100}{t} \text{ log. nat. } \frac{V_0}{V_t}$$

lassen sich die Zerstreuungswerte in Prozenten der Anfangsladung errechnen. Darin bedeuten: C = Kapazität des Elektrometers, Z = Kapazität des Zerstreuungsstabes, V_0 = Anfangsladung und V_t = Spannung nach t Minuten.

Die so erhaltenen Zerstreuungskoeffizienten sind ungefähr drei- bis viermal so groß wie die mit Schutzzylinder gemessenen. Multipliziert man jedoch diese relativen Zerstreuungswerte mit einem konstanten Faktor, so erhält man die absolute Leitfähigkeit in elektrostatischen Einheiten.

Nach der von E. v. Schweidler[2] aufgestellten Formel

$$\lambda = 4{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1}{V} \cdot \frac{dV}{dt}$$

errechnet sich die Leitfähigkeit λ, die sich aus λ_+ u. λ_- zusammensetzt. $\frac{dV}{dt}$ bedeutet wiederum die Aenderung der Spannung in Volt/min.

Der Quotient $q = \frac{\lambda_-}{\lambda_+}$ größer als 1 bedeutet, daß die Luft ein stärkeres Zerstreuungsvermögen für negative Ladung besitzt, es überwiegen die positiven Ionen. Entsprechend sind bei q kleiner als 1 die negativen Ionen in der Ueberzahl.

III. Lage des Bades Pyrmont.

Pyrmont liegt 120 m über der Meeresoberfläche (51°59′N, 9°15′E) im nordwest-deutschen Mittelgebirge, westlich der Weser zwischen den die Weser links begleitenden Bergen einerseits und den Ausläufern des Lippischen Berglandes und des Teutoburger Waldes

2. E. von Schweidler: Beiträge zur Kenntnis der atmosphärischen Elektrizität. Wiener Sitzungsberichte 1918.

andererseits in einer Talerweiterung des Flüßchens Emmer, das etwa 15 km weiter unterhalb die Weser erreicht. Das Pyrmonter Tal ist genau genommen ein gleichseitiges Dreieck (Hülsenbeck[3]), an dessen nördlicher Breitseite Pyrmont liegt, teils terassenförmig an der Bergwand emporsteigend, teils in der Talsohle zwischen Berg und Fluß. Es hat reine Südlage, vollkommen geschützt gegen NW und NE, teilweise gegen W und E. Pyrmont gegenüber in der Südecke des Tales ist ein Einschnitt zwischen den Bergen, durch den der Emmerfluß die Talerweiterung durch einen engen Paß erreicht. Er durchfließt das wiesenreiche Becken und tritt nach vielen Windungen in der Nordost-Ecke durch einen schmalen Einschnitt zwischen den Bergen aus. Die umgebenden Höhen erreichen Höhen von 300 bis 375 m.

Der Pyrmonter Talkessel liegt durchweg in jüngeren Sedimentgesteinen. Die Quellen und CO_2-Gase entspringen unmittelbar über den Verwerfungsspalten (auf der Lageskizze durch kräftige Strichelung kenntlich gemacht), die von der geologischen Entstehung des Pyrmonter Sattels Zeugnis ablegen. Den Prozeß stellt Hülsenbeck[3] folgendermaßen dar, daß ein breiter, flacher Sattel in SE-NW-licher Richtung über Pyrmont aufgefaltet wurde. In der Sattelachse stiegen magmatische Massen auf, die die Sattelachse aufwölbte und die Schichten in ein elliptisch umgehendes Streichen legten. Die Salzlager des Zechstein wurden unter dem von unten wirkenden Druck plastisch und vermutlich aus der Region der Sattelachse weit seitwärts gequetscht. Das aufsteigende Magma blieb in der Zone der Kohlensäuretemperatur als Lakkolith stecken und gibt nun seinen Reichtum an Kohlensäure, die sich auf ihrem Wege mit den Emanationen der radioaktiven Urgesteine anreichert, ab. Diese juvenilen Gase begegnen, an den obengenannten Verwerfungsspalten aufsteigend, vadosem Wasser, das mit ihnen beladen als heilbringende Quellen, respektive in höchster Konzentration als jedem Organismus schädliches Gas in der sogenannten Dunsthöhle (Markierung 3 auf der Lageskizze) zutage tritt. Schädlich ist das Gas der Dunsthöhle insofern, als ihm jede Beimengung des lebensnotwendigen Sauerstoffes fehlt. Die mit Emanation beladene Kohlensäure ist rein juvenilen Ursprungs, d. h. aus sich abkühlenden magmatischen Massen stammend, die aus dem Erdinnern aufgestiegen

3. Hülsenbeck: „Geologie des Pyrmonter Beckens, sowie die Entstehung seiner Mineralquellen." Jahrb. d. Preuß. Geolog. Landesanst., Bd. 39, 1918, Teil I, 2.

sind. Die Ursprungstiefe der CO_2 wird mit 300—400 m angenommen. Die dorthin aufgestiegenen Gesteine vulkanischen Ursprungs bergen Radiumemanationen und Kohlensäure in ungeheurer Menge. Die Gase werden aus den Laven durch Wärme frei. Wenn es also möglich ist, eine Lavamasse dauernd in einer bestimmten Wärmezone zu halten, so wird sie alle eingeschlossenen, jener Wärmezone zukommenden Gase hergeben müssen. In der Erdtiefe von 3—4000 m herrscht nun aber jene Temperatur, welche aus dem im Erdinnern aufgestiegenen und dort steckengebliebenen Lakkolith dauernd CO_2 freimacht. Unter Emanation verstehen wir die Zerfallsprodukte des Radiums. Radioaktivität ist die unter Energieabgabe erfolgende spontane Verwandlung der Atome eines Elementes in die Atome eines anderen Elementes. Sie bedeutet eine Aenderung der Kernladung, die in einer Abgabe negativer Ladung, also einer Erhöhung der positiven Kernladung, o d e r in einer Abgabe positiver Ionen bestehen kann. Tatsächlich sind beide Fälle bekannt (P r z i b r a m).

Das Auftreten von Emanation aus der Dunsthöhle (einem alten Steinbruch, dessen Abbau wegen der plötzlich ausströmenden CO_2-Gase seinerzeit abgebrochen werden mußte) erwähnte bereits S e e b o h m im Ausgang des 19. Jahrhunderts, und Lossnitzer-Kern bewiesen dasselbe durch Ionenzählung 1935 (In ihrer im „Balneologen" erschienenen Abhandlung unterlief durch Druckfehler ein Irrtum. Die Zahl der im Ebertschen Ionenzähler gemessenen leichtbeweglichen Kleinionen beträgt 20 000 statt 200 000/ccm, während die Freiluft 500/ccm Ionen zählt).

IV. Der tägliche Gang der klimatologischen Faktoren.

Um ein Bild der klimatologischen Verhältnisse, wie Temperatur, relative Feuchtigkeit, Wind und Druck, von Bad Pyrmont zu geben, reichen die bisherigen Messungen nicht aus, einmal fehlen die fortlaufenden Reihen dieser Elemente, auf der anderen Seite die Gewähr für Genauigkeit der vorhandenen Messungen, deren Beobachtung zwar nichts an Sorgfalt, so doch an instrumenteller Ausrüstung zu wünschen übrig ließ. Es können daher die kurzfristigen Messungen von 1935 und 1936 nur als Behelf angesehen werden und in Anlehnung an den bekannten Gang der klimatologischen Faktoren als Vergleichselemente für die luftelektrischen Verhältnisse in Pyrmont dienen.

IVa. *Wind.*

Der aus den Aufzeichnungen des Kontaktanemographen an der Meßstelle *2* gewonnene tägliche Gang des Windes weist keine Besonderheiten auf. Nach Tabelle 1 liegt das Minimum mit 1,48 m/sec (Stundenmittel) um Mitternacht, um in den frühen Morgenstunden zwischen 06 und 08 Uhr plötzlich anzusteigen und sein Maximum mit 3,7 m/sec in der Zeit von 12 bis 13 Uhr zu erreichen. Von da ab fällt die Windstärke kontinuierlich zum Minimum gegen Mitternacht zurück. Das Mittel sämtlicher Messungen von 2,45 m/sec wurde gebildet, um eine Gegenüberstellung zu geben von der frei dem Wind ausgesetzten Talstation und der im windgeschützten Kurpark gelegenen Station. In Tab. I wurden ferner die Beobachtungen der Parkstation an den 3 Hauptterminen 08, 14 und 19

Tabelle I. Windstärke, Sommer 1936.
Stundenmittel des Kontaktanemograph in m/sec.

Zeit	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Talstation Mittel		Parkstation Mittel
08—09	1,96	2,27	3,60	2,90	2,30	2,60	2,60	0,91
09—10	2,90	2,28	2,90	3,14	2,88	2,82		
10—11	3,00	3,08	4,14	3,24	3,24	3,32		
11—12	3,79	3,38	4,21	3,47	3,54	3,67		
12—13	3,42	3,63	4,13	3,73	3,60	3,70		
13—14	3,55	3,42	3,55	4,10	3,60	3,64	3,64	1,54
14—15	3,30	3,26	4,05	4,01	3,65	3,63		
15—16	3,04	3,34	3,98	3,31	3,69	3,47		
16—17	2,90	3,12	3,72	3,58	3,01	3,26		
17—18	2,45	2,86	3,98	2,85	2,90	3,00		
18—19	2,44	2,64	3,68	2,49	2,53	2,75	2,75	0,56
19—20	2,24	2,10	2,87	1,74	2,50	2,29	—	—
20—21	1,86	1,39	2,42	1,50	1,90	1,81	2,84	0,97
21—22	1,45	1,38	1,93	1,41	2,05	1 64		
22—23	1,53	1,08	1,79	1,32	1,70	1,48		
23—24	1,60	1,07	1,78	1,41	1,70	1,51		
24—01	1,48	1,06	1,94	1,55	1,40	1,48		
01—02	1,34	1,16	1,97	1,56	1,39	1,48		
02—03	1,34	1,35	1,88	1,54	1,50	1 52		
03—04	1,46	1,32	1,80	1,53	1,50	1,52		
04—05	1,32	1,16	2,19	1,59	1,70	1,59		
05—06	1 45	1,26	2,10	1,62	1,86	1,65		
06—07	1,38	1,,73	2,98	1,76	1,92	1,97		
07—08	1,60	1,72	3,18	2,60	1,83	2,10		
						2,45		

Uhr denen der Talstation gegenübergestellt. Eine absolute Genauigkeit besitzt der Vergleich von Kontakt- und Handanemometermessungen nicht. Es steht hier ein Stundenmittel einem 10-Minutenmittel gegenüber, letzteres liegt also etwas zu hoch. Da sich jedoch die Werte zu 2,84 und 0,97 errechnen ließen, besteht das Verhältnis 3 : 1 = Talstation : Parkstation, und die Ungenauigkeit kann vernachlässigt werden. Die Windbeobachtungen haben ergeben, daß die Parkanlagen die Windgeschwindigkeit auf ⅓ abdrosseln. Diese Tatsache bestätigt die geschützte Lage der Liegekuranlagen, während das im Tal gelegene Schwimmbad, auf dessen Dach der Kontaktanemograph in 6 m Höhe stand und dessen Windverhältnisse aus dem Grunde etwas zu hoch liegen dürften, größere Abkühlungswerte hat, die im Sommer als durchaus angenehm empfunden werden.

Tabelle II. Windstärke in m/sec.

Parkstation, Sommer 1935.

Monat	08	10	12	14	16	18	20	22	08	14	19
Mai	1,1	1,4	1,8	1,6	1,4	0,8	0,6	0,0	1,1	1,6	0,7
Juni	1,1	1,6	1,8	1,6	1,6	1,3	0,1	0,0	1,1	1,6	0,7
Juli	1,3	1,7	1,8	1,8	1,6	1,0	0,5	0,3	1,3	1,8	0,7
August	0,4	1,1	1,3	1,3	0,9	0,6	0,2	0,0	0,4	1,3	0,4
Sptember	1,3	1,8	2,0	1,9	1,8	1,3	0,8	0,5	1,3	1,9	1,0
Oktober	0,9	1,3	1,5	1,4	1,0	0,4	0,2	0,2	—	—	—
Mittel	1,0	1,5	1,7	1,6	1,4	0,9	0,4	0,1	1,0	1,6	0,7

Vergleich der Jahre 1935 und 1936.

08	1,1	0,9	1,1	1,0	1,3	1,1	0,4	0,9	1,3	0,7
14	1,6	1,3	1,6	1,5	1,8	1,3	1,3	1,7	1,9	1,4
19	0,7	0,7	0,7	0,5	0,7	0,5	0,4	0,5	1,0	0,5
M 08	1,0	0,9								
M 14	1,6	1,5								
M 19	0,7	0,5								
Mittel 1935	1,1 m/sec.									
Mittel 1936	0,7 m/sec.									

In Tabelle II sind die Windstärken der Parkstation von 1935 und 1936 nebeneinandergestellt. Die mittlere Windgeschwindigkeit 1,1 m/sec 1935 lag um 40% höher als der Wert 0,7 m/sec 1936.

IVb. *Sicht.*

Die Sichtmessung mußte mit dem methodisch noch unbefriedigenden Wigandschen Keilsichtmesser vorgenommen werden. Da in der Talstation kein Ziel nach Norden vorhanden war, mußte ein nach Süden gelegener Waldstreifen auf einer 3—4 km entfernten Bergkuppe als Sichtmarke dienen, während auf Sichtmarken in 10, 20, 50 und 80 km Entfernung verzichtet werden mußte.

Tabelle III.

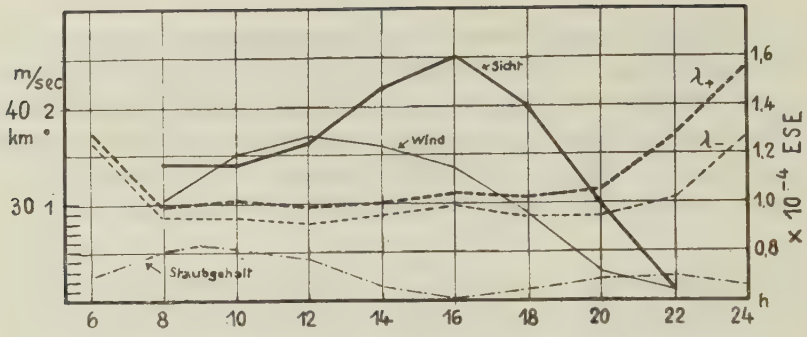
Sicht in km nach Häufigkeitswerten geordnet.
Beobachtungen mit Wigandschem Keilsichtmesser.

Monat	08	10	12	14	16	18	20
Mai	15—40	20—50	25—50	30—50	40—50	20—50	20—50
Juni	30—50	20—50	30—50	40—50	45—50	30—50	25—50
Juli	20—50	25—50	25—50	40—50	45—50	40—50	25—50
August	10—30	15—40	20—50	30—50	25—50	30—50	15—40
September	30—50	15—40	30—50	35—50	40—50	30—50	—
Oktober	20—50	20—50	25—50	30—50	35—50	—	—
Mittel	20—45	20—45	25—50	35—50	40—50	30—50	20—40
km im M.	32	32	36	42	45	40	30

In Tabelle III wurden die errechneten, relativen Werte der Sicht nach ihrem häufigsten Vorkommen geordnet und dann gemittelt, d. h. von Mai bis Oktober 1935 wurden bei allen Beobachtungen um 08 Uhr Werte von 20—45 km errechnet, maximal kamen um 16 Uhr Werte von 40—50 km vor. Aus diesen Häufigkeitsgruppen ist das Mittel für 08 Uhr 32 km, respektive 45 km für 16 Uhr. Aus den gewonnenen Mittelwerten konnte der tägliche Gang der Sicht gebildet werden. Die wahren Sichtwerte sind nach bloßem Augenmaß geschätzt worden, wobei für Nebel und Dunst die Fehlerquelle nicht zu groß sein dürfte. Sie wurden nach den aus dem Wetterschlüssel bekannten Symbolen im Beobachtungsbuch festgehalten.

IVc. *Luftelektrische Leitfähigkeit.*

Die durch Zerstreuungsmessungen erhaltenen Leitfähigkeitsverhältnisse der Pyrmonter Talluft sind in Tabelle IV und V zusammengefaßt, gemittelt und aus den Zweistundenmitteln wiederum wurde der tägliche Gang festgestellt. Er verläuft im gleichen Sinne wie der des Windes und der Sicht. Die vergleichende Darstellung von luftelektrischer Leitfähigkeit, Sicht und Wind geben darüber Auskunft.



Mittlerer Tagesgang der Leitfähigkeit λ_+ und λ_- (ESE), des Windes (m/sec), der Sicht (km) in Pyrmont, Staubgehalt (mg in m³ Luft) in Berlin, nach Brezina-Schmidt.

Unerklärt bleiben mußte die Tatsache, daß das Tagesmaximum bei dem Zusammenwirken von Sicht und Wind keine höheren Werte erreichte und sogar um 14 Uhr ein Minimum sich bilden konnte. Da jedoch das Maximum der Temperatur um 14 Uhr liegt, wäre die Annahme nicht unberechtigt, daß die Temperaturzunahme der Ionisation der Luft entgegenwirkt. Das Tagesmaximum der Leitfähigkeit fällt mit dem der Luftbewegung zusammen. Auffallend ist, daß des Nachts keine Parallelität zwischen Leitfähigkeit und Sicht-Wind vorhanden ist. Diese Tatsache kommt wieder der Annahme des Temperatureinflusses zugute. Denn mutmaßlich liegt das Hauptmaximum kurz vor Sonnenaufgang, wie es vereinzelte Messungen um 06 und 24 Uhr mit auffallend hohen Werten andeuten. Der mittlere Tagesgang des Staubgehaltes, den Brezina-Schmidt[4] von Berlin errechneten, wurde anschauungshalber eingezeichnet. Der Staubgehalt ist der Sicht proportional.

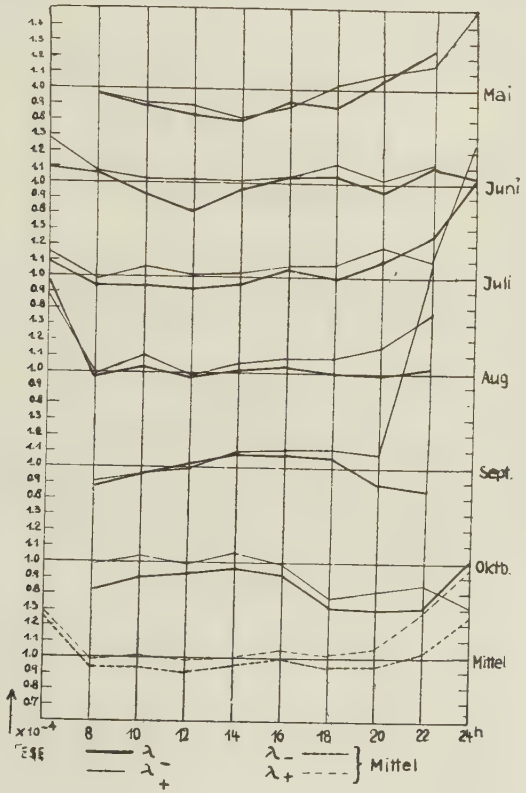
Der nach den Tabellen IV und V ausgezeichnete tägliche Gang der Leitfähigkeit gibt Aufschluß über das Verhalten der positiven und negativen Leitfähigkeit. Durchgehend liegt λ_+ höher als λ_-, was einem Ueberschuß an positiven Ionen entspricht. Stärkere Abweichungen wurden zwischen 08 und 10 Uhr und in den Abendstunden ab 18 Uhr festgestellt. Mit Ausnahme von Juni, Juli und September hatten die Monatsmittel in den Vormittagsstunden keine wesentlichen Unterschiede im Vorzeichen. Im Mai und September

4. Brezina-Schmid: Das künstliche Klima in der Umgebung des Menchen. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.

waren die 16 und 12 Uhr-Termine die einzigen, an denen ein Ueberschuß an negativen Ionen beobachtet wurde.

1936 lagen größere Unterschiede der polaren Elektrizitätsträger bei der 14 Uhr-Messung im August und September.

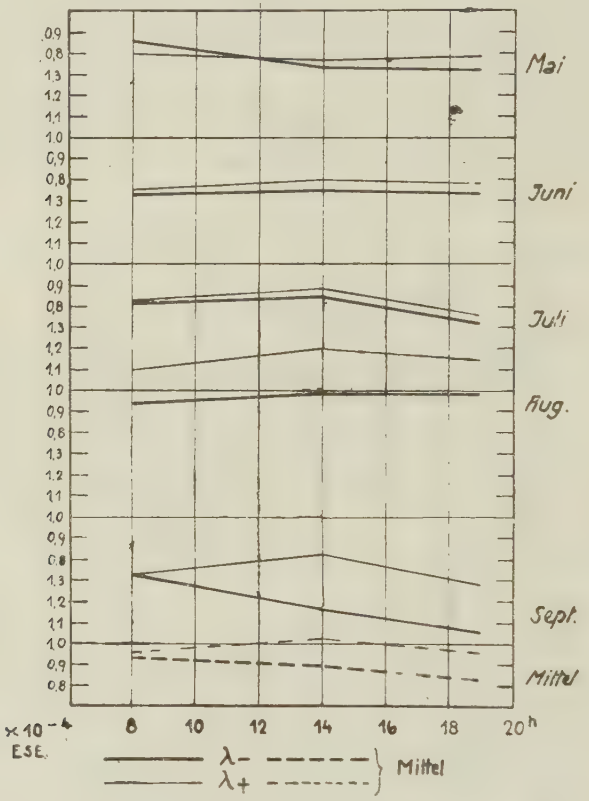
In Tab. VI wurden Leitfähigkeitsmessungen von 1935 und 1936 gegenübergestellt, um zu zeigen, welche Jahresschwankung vorhanden ist. Das Gesamtmittel verhielt sich λ wie 0,97 : 0,89 und für λ_+ 1,02 : 0,98 · 10^{-4} ESE. λ_- lag im Vorjahr 8%, λ_+ nur 4% höher. Das Verhalten der luftelektrischen Leitfähigkeit im Gesamtmittel geht dem der Luftbewegung parallel; wie bereits angeführt



Negative und positive Leitfähigkeit 1936.

wurde, lag auch die Windgeschwindigkeit 1935 40% höher als 1936. Damit darf wohl der Windeinfluß auf die Leitfähigkeit als bewiesen gelten. Es bleibt noch zu erwähnen, daß der Gang der negativen Leitfähigkeit einer größeren Sprunghaftigkeit unterliegt.

Ein Vergleich der Pyrmonter Beobachtungen mit anderen Meßorten zeigt, daß die Pyrmonter Talluft gegenüber Potsdam höhere Werte der gesamten Leitfähigkeit, gegenüber Göttingen und Seeham stärkere positive Polarität aufweist.



Negative und positive Leitfähigkeit 1935.

Meßort	λ 10^{-4} ESE	$q = \frac{\lambda_+}{\lambda_-}$
Potsdam — Kähler	0,95	1,16
Pyrmont 1935	1,99	1,07
Pyrmont 1936	1,87	1,08
Göttingen — Gerdien	2,20	1,02
Seeham — v. Schweidler	2,80	1,02

Nach dieser Tatsache lag die Vermutung nahe, daß die aus der Verwerfungsspalte austretenden Gase soviel Radium-Emanation an die Erdoberfläche verfrachten, daß sie das Pyrmonter Talklima durch erhöhte Luftelektrizität beeinflußt. Um diese Annahme klarstellen und beweisen zu können, wurde in stufenweisen Abständen vertikaler und horizontaler Richtung vom Kohlensäuresee die Luft untersucht. Bei Windstille und fallendem Druck, der den Kohlensäurespiegel um 30 bis 80 cm ansteigen läßt, wurden im Umkreis von 100 m Radius alle 5 m Zerstreuungsmessungen angestellt. Während im emanationsreichen CO_2 Gas ein so schneller Spannungsverlust eintrat, daß der Zerstreuungsstab seine Ladung in Bruchteilen von 1 Sekunde verlor, war bereits in 20 m Abstand vom Steinbruch eine Abweichung vom normalen Verlauf der Leitfähigkeit im Talkessel nicht mehr festzustellen.

V. Ionisatoren der atmosphärischen Luft.

Betrachtet man die Sprunghaftigkeit der Leitfähigkeitswerte an der Erdoberfläche in verschiedenen Höhenlagen, so entsteht die Frage, wie eine Ionisation der sie umgebenden Lufthülle überhaupt zustande kommt.

Tabelle IV.

Täglicher Gang der negativen Leitfähigkeit.
Mai bis Oktober 1935.

Zeit	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Mittel
06	—	(1,09)	(1,09)	(1,60)	—	—	(1,26)
08	0,96	1,06	0,94	0,97	0,88	0,82	0,94
10	0,89	0,92	0,94	1,03	0,95	0,90	0,94
12	0,83	0,81	0,92	0,97	1,09	0,92	0,91
14	0,97	0,95	0,95	1,01	1,08	0,95	0,95
16	0,91	1,03	1,04	1,03	1,07	0,91	0,99
18	0,87	1,03	0,99	0,99	1,05	0,69	0,94
20	1,04	0,94	1,09	0,98	0,89	0,69	0,94
22	1,22	1,08	1,24	1,01	0,85	0,70	1,02
24	—	(1,03)	(1,62)	—	—	(1,10)	(1,12)
Mittel	0,94	0,99	1,02	1,06	0,97	0,85	1,00

Gesamtmittel:

$$\lambda_- = 1{,}00 \cdot 10^{-4}\ \text{ESE}$$

Tabelle V.
Täglicher Gang der positiven Leitfähigkeit.
Mai bis Oktober 1935.

Zeit	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Mittel
06	—	(1,27)	(1,15)	(1,48)	—	—	(1,29)
08	0,95	1,07	0,99	0,99	0,90	0,99	0,99
10	0,90	1,02	1,06	1,10	0,95	1,04	1,01
12	0,89	1,02	1,01	0,99	1,00	0,99	0,99
14	0,81	1,01	1,02	1,05	1,09	1,05	1,00
16	0,98	1,03	1,05	1,09	1,09	0,98	1,04
18	1,02	1,11	1,05	1,09	1,10	0,77	1,02
20	1,10	1,02	1,18	1,15	1,08	0,81	1,06
22	1,15	1,11	1,10	1,55	1,95	0,85	1,28
24	(1,51)	—	(1,83)	—	—	(0,69)	(1,56)
Mittel	1,03	1,07	1,15	1,16	1,14	0,91	1,10

Gesamtmittel:

$$\lambda_+ = 1{,}10 \cdot 10^{-4} \text{ ESE}$$

Tabelle VI.
Gegenüberstellung der Leitfähigkeiten.
Mai bis September 1935.

Monat	λ_- 08	λ_- 14	λ_- 19	λ_+ 08	λ_+ 14	λ_+ 19
Mai	0,96	0,79	0,96	0,95	0,81	1,06
Juni	1,06	0,95	0,99	1,07	1,01	1,06
Juli	0,94	0,95	1,04	0,99	1,02	1,11
August	0,97	1,01	0,99	0,99	1,05	1,12
September	0,88	1,08	0,97	0,90	1,09	1,09
	0,96	0,96	0,99	0,98	1,00	1,09

Mittel: $0{,}97 \cdot 10^{-4}$ ESE $\quad$ $1{,}02 \cdot 10^{-4}$ ESE

Mai bis September 1936.

Monat	λ_- 08	λ_- 14	λ_- 19	λ_+ 08	λ_+ 14	λ_+ 19
Mai	0,86	0,74	0,73	0,80	0,77	0,79
Juni	0,73	0,77	0,74	0,76	0,80	0,79
Juli	0,82	0,85	0,72	0,83	0,89	0,76
August	0,94	0,99	0,99	1,10	1,20	1,15
September	1,33	1,17	1,06	1,33	1,43	1,29
	0,94	0,90	0,83	0,96	1,02	0,96

Mittel: $0{,}89 \cdot 10^{-4}$ ESE $\quad$ $0{,}98 \cdot 10^{-4}$ ESE

Tabelle VII.

$$q = \frac{\lambda_-}{\lambda_+}$$

1935

Monat	08	14	19	Summe
Mai	1,00	1,02	1,10	3,12
Juni	1,01	1,06	1,06	3,13
Juli	1,05	1,07	1,07	3,19
August	1,02	1,04	1,13	3,19
September	1,02	1,00	1,12	3,14
Summe	5,10	5,19	5,48	15,77

Mittel: $q = 1{,}07$.

1936

Monat	08	14	19	Summe
Mai	0,93	1,04	1,06	3,03
Juni	1,04	1,06	1,06	3,16
Juli	1,01	1,04	1,02	3,07
August	1,16	1,21	1,16	3,53
September	1,00	1,22	1,21	3,43
Summe	5,14	5,57	5,51	16,22

Mittel: $q = 1{,}08$.

Bekanntlich gibt es zwei Hauptquellen der Ionisierung, eine an der Erdoberfläche selbst wirksame, nämlich die radioaktiven Ursprungs und eine nicht-radioaktiven Ursprungs. Das ist der lichtelektrische, sogenannte „Hallwachs-Effekt". Dieser Effekt besteht nach den Benndorf-Heßschen Ausführungen darin, daß gewisse Substanzen, die man lichtelektrisch empfindlich nennt, die Eigenschaft haben, Elektronen abzugeben, wenn sie vom UV-Licht getroffen werden. Bei atmosphärischem Druck wandeln sich diese Elektronen fast augenblicklich durch Anlagerung an Moleküle in normale kleine Ionen um. Es entstehen also in der Nähe einer lichtelektrisch empfindlichen Oberfläche unter Einfluß des Lichts ausschließlich negative Elektrizitätsträger. An der Erdoberfläche kommt aber diese Art von Ionenerzeugung nicht in Betracht, da die wirksamen Spektralbezirke fehlen. In höheren Atmosphärenschichten, also in der Stratosphäre, wo UV-Strahlen von weniger als 0,2 $\mu\lambda$ noch eindringen, kann der Effekt an Eisnadeln und anderen festen Teilchen, z. B. an festem Stickstoff in Erscheinung treten.

Eine untergeordnete Rolle als Ionisationsquelle spielt in den untersten Atmosphärenschichten die Erzeugung von Ionen durch Zerspritzung von Wasser. Lenard (1892) erklärte den nach ihm benannten Effekt folgendermaßen: wenn H_2O im Fallen zerspritzt entstehen größere Tropfen vorwiegend positiv geladen und kleinere Tröpfchen „Wasserstaub", die negative Ladung in der Luft zurücklassen.

Am Boden wirksam ist ferner noch die Ionisation durch Ionenstoß. Bei atmosphärischem Druck gilt dies jedoch erst bei Feldstärken von 30 000 Volt/cm an aufwärts, also praktisch nur bei Gewitterwolken und elektrischer Entladung.

Als ständig wirksamer Ionisator an der Erdoberfläche ist die bereits besprochene Radium-Emanation und die Ultra-γ-Strahlung anzusprechen.

VI. Meteorologische Elemente, die störend auf den täglichen Gang der luftelektrischen Leitfähigkeit wirken.

Im folgenden soll gezeigt werden, welche Elemente eine Aenderung im täglichen Verlauf der Luftelektrizität hervorrufen. Zu diesem Zweck wurden alle Witterungserscheinungen wie Schauer bei einem Kaltlufteinbruch, Tage mit Nebel oder Dunst und vor allem die einzelnen Luftkörper in Tabellen geordnet, ohne dabei auf Besonderheiten in der Leitfähigkeit Rücksicht zu nehmen.

Nach Regenschauern zeigte die Leitfähigkeit das Charakteristikum des Lenard-Effektes (Tabelle VIII), nämlich einen Ueberschuß an negativen Kleinionen. Die Aufzeichnungen nach Aufgleitregen wurden jedoch nicht in Betracht gezogen, da hierbei die Tropfengröße nicht zu der Fallgeschwindigkeit hinlangt, die erforderlich ist, um durch ihr Zerspritzen negative Träger in der Luft zurückzulassen.

In der Tabelle wurden erst die Werte vor dem Schauer, wo der Regel entsprechend $q > 1$ war, also positive Ionen in der Ueberzahl waren, darunter wurden die nach beendigtem Schauer angeführt. Diese Werte zeigten sämtlich ein $q < 1$, was wohl die Wirkung des Lenard-Effektes an der Erdoberfläche genügend sichert.

In der gleichen Weise wurde für den Einfluß der Sicht Tabelle VIII bei Nebel und Dunst aufgestellt. Die meisten Fälle lagen in den Morgenstunden des September, im Oktober bildeten sich Nebel auch in den Abendstunden zwischen 20 und 22 Uhr. Am

15. 10. wurde Nebel den ganzen Vormittag beobachtet, der erst in den Mittagsstunden aufbrach. Alle Leitfähigkeitswerte lagen unter dem Gesamt- und unter dem Stundenmittel. λ_- erreichte einen

Tabelle VIII.
Lenardeffekt.

Datum	Uhr	λ_-	λ_+	$q = \frac{\lambda_+}{\lambda_-}$	Wetter
14. 6.	12	0,76	0,76	1,00	ac. lent., cist.
14. 6.	14	0,96	0,85	0,89	nach Gewitterschauer.
16. 6.	14	1,32	1,40	1,06	ast.
16. 6	16	1,40	1,32	0,94	nach Schauer.
1. 9.	16	1,38	1,40	1,01	ac., stcu.
1. 9.	18	0,87	0,89	0,92	nach Gewitterschauer.
7. 9.	12	0,71	0,83	1,16	cu.
7. 9.	16	1,25	1,15	0,92	nach Schauer.

Tabelle IX.
Leitfähigkeit bei Nebel und Dunst.

Datum	Uhr	λ_-	λ_+	$q = \frac{\lambda_+}{\lambda_-}$	Wetter	Drucktendenz
28. 5.	08	0,76	0,53	0,70	Nebel	fallend, dann gleichbleibend
3. 9.	08	0,48	0,53	1,10	Dunst	fallend
4. 9.	08	0,56	0,66	1,18	Nebel	fallend
10. 9.	08	0,38	0,42	1,11	Nebel	steigend
21. 9.	08	0,46	0,56	1,21	Dunst	steigend
22. 9.	08	0,53	0,60	1,13	Dunst	fallend
24. 9.	08	0,49	0,42	0,86	Dunst	gleichbleibend dann fallend
7. 10.	18	0,53	0,47	0,85	Dunst	steigend
12. 10	20	0,33	0,73	2,24	Nebel	gleichbleibend dann steigend
12. 10.	22	0,34	0,70	2,07	Nebel	steigend
13. 10.	20	0,30	0,45	1,50	Nebel	gleichbleibend
14. 10.	08	0,40	0,43	1,07	Nebel	gleichbleibend dann fallend
15. 10.	08	0,40	0,53	1,32	Nebel	schwach fallend
15. 10.	10	0,40	0,43	1,07	Nebel	gleichbleibend
15. 10.	12	0,45	0,48	1,06	Nebel	gleichbleibend

Höchstwert von 0,80 und λ_+ von 0,62. Im Mittel jedoch waren die positiven leichten Ionen in der Ueberzahl. K. Kähler[5] fand während seiner Polarjahrmessungen eine Verminderung der Kleinionen zugunsten der ungeladenen Kerne und hat dafür folgende Erklärung: Solange die Luft in Bewegung ist und stets neue Ionen heranschafft, ist die Möglichkeit des Zusammenfließens der positiven und negativen Teilchen zu neutralen, also ungeladenen schwer beweglichen Kernen gering und es kann sich keine Schicht von lufttrübenden Partikeln in Bodennähe ansammeln. Herrscht aber Windstille, die bekanntlich für Nebelbildung Voraussetzung ist, begünstigt sie die Neutralisierung der Ionen, und es kann sich eine stabile Schicht ungeladener Kerne in den untersten Lagen der Atmosphäre bilden.

Entsteht jedoch Nebel durch Mischung zweier Luftmassen, wie das am 22. 6. 35 08 Uhr der Fall war, so liegen die Zerstreuungswerte wesentlich höher: $\lambda_- = 0{,}80$, $\lambda_+ = 1{,}02$. Für Mischungsnebel gilt die Regel nicht, die besagt, daß bewegte Luft gegen die Anreicherung ungeladener Kerne und für die Zunahme der leichtbeweglichen Klein-Ionen wirkt.

VIc. *Störender Einfluß der einzelnen Luftkörper auf den Gang der Luftelektrizität.*

Die oft nicht unbeträchtliche Tagesschwankung der Leitfähigkeit gab der Vermutung Anlaß, daß die verschiedenen Luftkörper ihren Tagesgang zu beeinflussen vermögen. Dies zu untersuchen wurden die 5 Tabellen X, XI, XII, XIII und XIV angelegt. Sie geben die schematische Sichtung aller Beobachtungstage nach den verschiedenen Luftkörpern wieder. Die Luftkörper wurden nach der Bezeichnung von Linke und Dinies[6] auf Grund der Beobachtungen in Pyrmont mit Hilfe der Seewarten- und Berliner Wetterkarten bestimmt. Es wurde aus den 8 Beobachtungen am Tage das Mittel gebildet, die maximale Leitfähigkeit und die jeweils dazugehörenden Mittel der Luftemperatur, Windrichtung und -stärke und Drucktendenzen hinzugesetzt. Die Leitfähigkeitsmittel waren bei den einzelnen Luftkörpern verschieden groß. Die Größenordnung ergab folgende Reihe, angefangen mit den kleinsten Werten: Kontinentalluft, Maritimluft, Maritime Tropikluft, Polarluft und Polar-Maritim-

5. Kähler: Luftelektrische Messungen während des internationalen Polarjahres 1932/33 in Potsdam. Wiss. Abhdl. des Reichsamts für Wetterdienst 1935.

6. F. Linke und E. Dinies: Das Wetter 47, 1. 1930.

luft. Noch kleinere Werte als bei Kontinentalluft hatte die Leitfähigkeit bei alternden Luftmassen, die aber in der Betrachtung nicht angeführt werden können, da ein jeder Luftkörper dem Schrumpfen unterworfen ist. D. h. es „altert" eine Luftmasse dann, wenn sie zu lange über dem Kontinent lagernd dessen Charakter sich angeglichen hat und dabei die Eigenschaften der Klimazonen immer mehr

Tabelle X.
Leitfähigkeit bei Polar-Maritimluft.

Datum	Tagesmittel		Maximum		Temp.	Wind	Drucktendenz
	λ_-	λ_+	λ_-	λ_+		Richt./m/sec.	
31. 5.	0,96	1,18	1.32	1.60	14,5	30—22/1	gleichbleibend dann fallend
5. 6.	1,60	1,82	2,00	2.42	14.5	22/4—6	fallend, dann steigend
8. 6.	0,71	0 84	0,80	1,22	18,5	22—24/4—6	gleichbleibend dann steigend
9. 6.	0,74	0 83	0,85	1,22	14.5	22—18/2—8	fallend
13. 6.	1,29	1,44	1,60	1.60	13,6	20—16/2—4	fallend, dann gleichbleibend
16. 6.	1,28	1.32	1.32	1,60	11,8	20—22/5—6	steigend
17. 6.	0.98	1.19	1,40	1,60	13,9	18—20/2—4	steigend
8. 7.	1,27	1.30	1,80	1,80	15,6	24/2—3	fallend, dann gleichbleibend
24. 7.	1.15	1,10	1.22	1,22	19,8	24—26/3—2	fallend, dann steigend
25. 7.	1,09	1,15	1,40	1,40	18,2	26—30/1—2	fallend, dann steigend
30. 7.	1,06	1,25	1,80	1,50	15,0	24—26/3—6	fallend, dann steigend
31. 7.	0,94	1,15	1,50	1,80	15,2	24—28/2—3	steigend, dann gleichbleibend
4. 8.	1.63	1 62	2,00	2,40	13,8	28—30/2—3	gleichbleibend dann steigend
5. 8.	1,15	1,16	1,40	1,48	15,5	28—32/1—3	fallend, dann steigend
14. 8.	1.21	1,41	1,70	1,72	10,6	28—30/3—4	steigend
29. 8.	1.40	1,44	1,60	1,40	11,6	18—20/1	gleichbleibend dann steigend
30. 8.	1,21	1,25	1,57	1,40	13,5	18—20/1	gleichbleibend
9. 10.	1,04	1.23	1,27	1,60	8,9	18/1	gleichbleibend dann steigend
Mittel	1.27	128	1.54	1.61	14,3	16—30	

Mittlere Höchstgeschwindigkeit: 3,65 m/sec.

Tabelle XI.
Leitfähigkeit bei Polarluft.

Datum	Tagesmittel		Maximum		Temp.	Wind	Drucktendenz
	λ_-	λ_+	λ_-	λ_+		Richt./m/sec.	
17. 5.	1,35	1,28	1,60	1,40	7,4	28/2—4	wenig steigend
23. 5.	1,45	1,44	2,00	1,80	14,2	4—6/2	steigend
19. 6.	1,18	1,23	1,38	1,22	12,0	22—26/6—7	steigend
6. 7.	1,31	1,35	1,50	1,40	13,5	26/4—5	fallend, dann steigend
18. 8.	1,10	1,27	1,40	1,39	14,5	32/1	fallend, dann steigend
19. 8.	1,17	1,20	1,32	1,40	18,5	32/1	fallend, dann steigend
20. 8.	1,06	1,17	1,40	1,30	17,8	28/2—3	fallend dann steigend
8. 9.	1,07	1,11	1,38	1,48	10,5	28/2—3	steigend
9. 9.	1,12	1,03	1,22	1,32	10,6	26—32/2—3	fallend, dann steigend
26. 9.	1,26	1,38	1,60	2,40	8,1	26—28/2—3	steigend
Mittel	1,21	1,25	1,48	1,52	12,7		

Mittlere Höchstgeschwindigkeit: 3 3 m/sec.
Druck meist steigend.

Tabelle XII.
Leitfähigkeit bei Maritimer Tropikluft.

Datum	Tagesmittel		Maximum		Temp.	Wind	Drucktendenz
	λ_-	λ_+	λ_-	λ_+		Richt./m/sec.	
23. 5.	1,34	1,39	1,22	1,40	13 3	6—8/3—4	fallend, dann gleichbleibend
23. 5.	1,10	1,14	1,22	1,60	14,2	6—8/2—4	steigend
21. 6.	1,00	1,14	1,40	1,40	13,8	10/1—2	gleichbleibend dann steigend
9. 8.	1,04	1,03	1,40	1,40	20 4	14—16/1	unregelmäßig steigend
2. 9.	1,30	1,68	1,76	1,90	18,2	12—14/2—3	fallend dann steigend
19. 9.	1,42	1,31	1,48	1,40	20,0	16/4—6	fallend, dann steigend
28. 9.	0,94	0,98	1,22	1,38	13,3	12—14/1—2	fallend, dann gleichbleibend
2. 10.	1,01	1,10	1,31	1,22	9,1	16/1—2	fallend, dann gleichbleibend
10. 10.	1,35	1,43	1,80	1,90	11,3	18/3—7	fallend
Mittel	1,18	1,24	1,42	1,51	14,4		

Mittlere Höchstgeschwindigkeit: 3,44 m/sec.

verliert, nach der sie ihre Bezeichnung hat. Z. B. ist das Hauptkennzeichen der Maritimluft ihr hoher Gehalt an Feuchtigkeit, das der Polarluft die gute Sicht und ihre niedrige Temperatur.

Ordnet man nun die Luftkörper allein nach ihren mittleren Höchstgeschwindigkeiten der Winde, so erhält man eine Reihe, die bis auf 1 Glied der ersten gleicht: Maritimluft, Kontinentalluft, Maritime Tropikluft, Polarluft und Polar-Maritimluft. Daß die Leitfähigkeit bei Maritimluft größer als bei Kontinentalluft ist, schwächt die Einwirkung des Windes zu Gunsten der Feuchtigkeit ab, die wie schon gesagt das Hauptmerkmal der Maritimluft ist. Wird die Luftkörperreihe nach dem Druckfall geordnet, dann steht Polar-Maritimluft und Polarluft an letzter Stelle, was dafür spricht, daß weniger die Sicht als der Druckfall von Einfluß auf die Leitfähigkeit ist.

Anders verhält es sich mit dem Temperatureinfluß. Der Temperaturverlauf ergibt die gleiche Reihe wie die Leitfähigkeit. Diese

Tabelle XIII.
Leitfähigkeit bei Maritimluft.

Datum	Tagesmittel		Maximum		Temp.	Wind	Drucktendenz
	λ_-	λ_+	λ_-	λ_+		Richt./m/sec.	
4. 6.	1,16	1,42	1,40	1,80	15,1	18/2—3	fallend
18. 6.	1,20	1,32	1,40	1,40	12,0	16/1—2	fallend
15. 7.	1,15	1,18	1,40	1,36	20,1	22—24/0—1	fallend, dann steigend
16. 7.	0,79	0,89	1,22	1,22	17,2	24/1	fallend
17. 8.	1,07	1,01	1,40	1,40	19,8	20/2	fallend, dann gleichbleibend
7. 8.	1,07	1,05	1,40	1,48	16,5	26—28/1	fallend
27. 8.	1,40	1,40	1,40	1,40	15,1	20	fallend
28. 8.	1,17	1,14	1,38	1,32	16,1	22—24/4	fallend, dann gleichbleibend
31. 8.	0,94	1,07	1,31	1,32	15,5	20	gleichbleibend
1. 9.	1,19	1,30	1,90	1,60	19,4	18—20	fallend, dann steigend
21. 9.	0,76	1,12	0,50	2,40	14,1	22—24	fallend
3. 10.	1,03	1,08	1,27	1,13	8,9	16—18	fallend, dann gleichbleibend
Mittel	1,07	1,16	1,35	1,19	15,8		

Mittlere Höchstgeschwindigkeit: 1,85 m/sec.
Druck meist fallend.

Tatsache steht somit den Behauptungen entgegen, die besagt, daß Windstärke und Sicht den vorzüglichen Einfluß auf die Luftelektrizität haben. Es ist vielmehr eine synoptische Betrachtung der meteorologischen Elemente ausschlaggebend. Die Synopsis verlangt, daß alle meteorologischen Elemente gleichzeitig beobachtet werden müssen, wenn man von ihrem Einfluß auf die Luftelektrizität sprechen will.

Tabelle XIV.

Leitfähigkeit bei Kontinentalluft.

Datum	Tagesmittel		Maximum		Temp.	Wind	Drucktendenz
	λ_-	λ_+	λ_-	λ_+		$\frac{-1}{\text{Richt./m/sec.}}$	
10. 5.	0,51	0,56	0,56	0,80	—	24/1	fallend, dann steigend
18. 5.	0,69	0,64	1,03	0,85	8,9	14/3—4	fallend, dann gleichbleibend
20. 5.	0,76	0,91	0,91	0,96	14,0	14—16/3—4	gleichbleibend dann steigend
22. 5.	0,65	0,68	0,96	0,76	16,2	30—4/3	fallend
27. 5.	0,59	0,67	0,80	0,68	18,9	10—12/4	wenig steigend
28. 5.	0,61	0,79	0,85	1,22	22,2	12—14/3—4	fallend, dann steigend
15. 6.	0,97	0,92	1,13	1,22	13,4	12—18/2—3	wenig steigend
22. 6.	0,69	0,72	0,80	1,03	20,2	10—12/0—1	fallend, dann steigend
23. 6.	0,64	0,79	1,13	1,13	21,1	10—12/2—4	fallend, dann steigend
1. 7.	0,76	0,77	0,96	1,07	24,6	6—10/3—4	fallend, dann steigend
10. 7.	0,75	0,84	0,91	0,93	22,4	still	fallend, dann steigend
2. 8.	0,98	0,26	2,00	3,70	13,0	4—8/1—2	fallend, dann steigend
23. 8.	0,64	0,73	0,73	0,93	19,8	8/1—2	fallend, dann steigend
24. 8.	0,73	0,75	0,80	0,91	18,7	8/2—3	fallend, dann steigend
25. 8.	0,71	1,05	0,93	1,03	17,2	8—10/1	wenig steigend
26. 8.	0,67	0,67	0,90	0,98	16,5	6—8/1	fallend
Mittel	0,71	0,73	0,97	1,13	17,8		

Mittlere Höchstgeschwindigkeit: 2,35 m/sec.

Druck meist fallend, dann steigend.

Tabelle XV.

Leitfähigkeit bei schrumpfenden Luftmassen.

Datum	Tagesmittel		Minimum		Wind	Drucktendenz
	λ_-	λ_+	λ_-	λ_+	Richt./m/sec.	—1
10. 5.	0,51	0,56	0,42	0,41	—	fallend
22. 5.	0,65	0,68	0,42	0,38	2—4/3	fallend
27. 5.	0,59	0,67	0,43	0,53	10—12/3—4	unregelmäßig steigend
28. 5.	0,61	0,79	0,43	0,48	10—12/3—4	fallend
29. 5.1	0,96	1,05	0,68	0,52	20—12/2	gleichbleibend dann fallend
30. 5.1	0,84	0,97	0,42	0,60	10—30/3—4	fallend, dann steigend
8. 6.	0,70	0,83	0,52	0,65	20—24/3—5	fallend
9. 6.	0,74	0,82	0,56	0,68	18—20/3—4	gleichbleibend dann fallend
10. 6.2	0,88	0,83	0,57	0,42	20—22/1—2	gleichbleibend
14. 6.1	0,72	0,74	0,57	0,68	18—20/1—2	gleichbleibend
17. 6.2	0,98	1,06	0,46	0,68	18—20/2—4	gleichbleibend
22. 6.	0,67	0,72	0,48	0,52	8—10/3—4	wenig fallend
23. 6.	0,76	0,79	0,45	0,43	8—10/3—4	unregelmäßig fallend
24. 6.	0,66	0,68	0,52	0,53	12/2—3	unregelmäßig fallend
27. 6.	0,63	0,69	0,52	0,57	20—22/3—5	unregelmäßig steigend
30. 6.	0,79	0,69	0,68	0,65	14/2	fallend
Mittel	0,72	0,79	0,50	0,55		

1 bedeutet, daß an dem Tage Gewitter beobachtet wurde.

2 bedeutet, daß Gewitteranzeichen beobachtet wurden.

Die Ursache allen meteorologischen Geschehens ist die Erwärmung der Erde durch die Sonne. Die Erwärmung teilt sich der Atmosphäre mit, die wiederum Druckfall, Wind und Verschiebung der Luftmassen usw. hervorruft. Die Erwärmung wirkt bei der Verdunstung, Sichtverschlechterung durch den hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft, Vertikalbewegung der Luft, die dann wieder zur Kondensation führt.

VII. Biologische Wirkungen der Luftelektrizität.

Zum Schluß seien noch einige Betrachtungen über die biologischen Wirkungen des Ionenhaushaltes der Atmosphäre angeführt. Seit langem bemüht sich die Wissenschaft um eine befriedigende Erklärung des Einflusses der Luftelektrizität auf den Organismus. Auch A. Schmid,[7] der eine zusammenfassende Uebersicht der bis zur Zeit vorliegenden Literatur über dieses Problem bringt, ist sich über einen Einfluß der Luftelektrizität im Klaren. Er spricht auch aus, daß die negative Polarität den menschlichen Organismus günstig, die positive dagegen ungünstig beeinflußt. Es fehlen jedoch die Beweise zu dieser Behauptung. Da in Bad Pyrmont eine etwas höhere Leitfähigkeit beobachtet wurde, als sie der Höhenlage von rund 100 m ü. M. im allgemeinen entspricht, glaube ich eine Erklärung für die mir fast stets von den Besuchern und besonders der erholungsuchenden Rekonvaleszenten gemachte Beobachtung gefunden zu haben, nach der sie sich in Pyrmont zu Kurbeginn elender und müder als andernorts fühlen. Ich selbst habe an mir die Beobachtung machen können, daß die Reizerscheinung bei Luftkörperwechsel, vor dem Frontendurchgang noch verstärkt wird. Ich hatte eine Nervenverletzung am Arm, an die ich noch lange Zeit nach der äußerlichen Heilung durch „Stechen" erinnert wurde, wenn ein Wetterumschlag im Anzuge war. Die Meteoropathologie vermutet in geringen Druckschwankungen eine physikalische Grundlage, die auch objektiv nachgewiesen werden kann und eine ungünstige Wirkung auf die ungenügend eingebetteten Nerven, die besonders bei Rekonvaleszenten beobachtet werden, ausübt.

Ich führe die Aufzeichnungen des 10. 10. 35 an, einen Tag, an dem ein gut ausgebildeter Tiefdruckwirbel über Mittel-Deutschland wanderte.

Uhr	Witterung	λ_-	λ_+	Wind	t	f	Sicht
08	10/10 ast., 6/10 frst.	1,75	2,00	18/4—5	10,9	87%	10,8
10	8/10 ast., ac., 8/10 fr.	1,50	1,70	18/5—7	12,2	83%	12,0
12	9/10 ast., 8/10 frcu.	1,30	1,72	18/5—7	14,2	74%	11,3
14	9/10 ast., frst.	2,00	2,00	18/5—7	16,3	58%	12,3

14.45—16 Uhr wurde nicht gemessen wegen Regen und Sturm. Beim Frontendurchgang durch besonders starkes Stechen empfunden.

7. Schmidt: Biologische Wirkungen der Luftelektrizität. Verlag: P. Haupt, Bern—Leipzig 1936.

Uhr	Witterung	λ_-	λ_+	Wind	t	f
21	nach Schauer	0,87	0,82	18/3—4	8,8	70%
23	fast wolkenlos	0,80	0,72	18/1—2	8,0	70%

Das Beispiel zeigt den Ueberschuß positiver Ionen von dem Luftkörperwechsel parallel den Beschwerden, einen Ausgleich der Polarität kurz vor dem Regen. Nach erfolgtem Schauer überwiegen die negativen Ionen, die Beschwerden haben spontan aufgehört. Ferner ist das erhöhte Wohlbefinden nach erfolgtem Gewitterschauer und Schauer, der durch jeden Kaltlufteinbruch verursacht wird, bekannt. Ebenso das Ueberwiegen negativer Ionen nach dem Lenard-Effekt.

Die Messungen in Pyrmont ergeben im Mittel nur einen geringen Ueberschuß der positiven Leitfähigkeit. Im Vergleich zu Potsdam mit q = 1,16 und Davos mit q = 1,13 hat Bad Pyrmont nur q-Werte von 1,07 und 1,08. Diese Anreicherung der Luft mit positiven Ionen übt eine Reizwirkung auf den Organismus aus, die sich noch besonders bei Luftkörperwechsel und Gewitterschwüle steigert. Es wird der Aufenthalt im Pyrmonter Klima anfangs als unangenehm empfunden, weil er den Stoffwechsel steigert und dadurch stärkere Ermüdungserscheinungen hervorruft. Tritt jedoch plötzlicher Wechsel der Polarität ein, wie es nach einem Luftkörperwechsel und Kaltlufteinbruch nach Gewitter der Fall ist, so erwirkt die Zunahme der negativen Ionen beim Menschen den Zustand des Wohlbefindens.

Man spricht von der gesteigerten Heilwirkung eines Höhenluftkurortes, die allgemein auf die dort herrschende Luftverdünnung und Luftreinheit zurückgeführt wird. Diese dürften jedoch nicht allein ausschlaggebend sein, denn zu der in Hochgipfellagen durch Spitzenwirkung gesteigerten negativen Leitfähigkeit addiert sich in den Tallagen die erhöhte Emanationsabgabe des Urgesteins. Die geringere Luftdichte steigert die Ionenbeweglichkeit. Da die medizinische Forschung nach Vogt[8] in der „Ionenverschiebung" und Nervenfunktion des Organismus eine Gleichartigkeit sieht, wäre die in einzelnen Kurorten durch erhöhte Polarität gesteigerte Gesamtfunktion einer stärkeren Heilwirkung gleichzustellen.

---

8. Vogt: Die Heilquellen von Bad Pyrmont. Bad Pyrmonter wissenschaftliche Abhandlungen. Heft 5. 1934.

Zusammenfassung.

Eine Gegenüberstellung der einzelnen meteorologischen Elemente mit der luftelektrischen Leitfähigkeit in Bad Pyrmont ergab, daß nicht Wind und Sicht einen hauptsächlichen Einfluß ausüben, vielmehr kommt allen Elementen je nach ihrem räumlich und zeitlich bedingten Maximum eine Einwirkung zu, wobei die durch die Sonne täglich erfolgende Erwärmung an erster Stelle steht.

Bad Pyrmont hat gegenüber den Beobachtungen von K. Kähler in Potsdam eine auf das Doppelte erhöhte Leitfähigkeit und ein geringes Ueberwiegen der positiven Ionen.

Ferner wurde festgestellt, daß im allgemeinen die Anreicherung der Luft mit negativen Ionen zum Wohlbefinden des Menschen beiträgt.

Literaturverzeichnis.

1. Hülsenbeck: Geologie des Pyrmonter Beckens, sowie die Entstehung seiner Mineralquellen. Jahrb. der Preuß. Geolog. Landesanstalt. Bd. 39, 1918 Teil I, Heft 2.
2. Kähler: Luftelektrizität. Sammlung Göschen 1921.
3. — Luftelektrische Messungen während des internationalen Polarjahres 1932/1933 in Potsdam. Wiss. Abhandl. des Reichsamtes für Wetterdienst 1935.
4. Heß: Die luftelektrische Leitfähigkeit der Atmosphäre und ihre Ursachen.
5. Mache-Schweidler: Atmosphärische Elektrizität.
6. Müller-Pouillet: Physik der Atmosphäre. Bd. V, 1 Kap. 8, Luftelektrizität.
7. Przibram: Radioaktivität. Sammlung Göschen 1932.
8. Zeilinger: Ueber die Nachlieferung von Radiumemanation aus dem Erdboden. Inst. für Strahlenforschung, Innsbruck, Terr. Magnetism und Atm. Elektr., September 1935.
8. Pernice: Der Spreewald als Gewitterherd. Diss. 1930.
10. Vogt: Die Heilquellen von Bad Pyrmont. Bad Pyrmonter wiss Abhandl, Heft 5. 1928.
11. Loßnitzer: Zur Frage der physiologischen Bedeutung natürlicher und künstlicher Luftionen. Der Balneologe, I. 1934.
12. Seebohm: Klima-, Luft- und hygienische Verhältnisse des Bades Pyrmont.
13. Gruner: Bad Pyrmont mit seinen Mineralquellen. Arolsen 1873.
14. Schmid: Biologische Wirkungen der Luftelektrizität. Verlag P. Haupt, Bern—Leipzig 1936.

Lebenslauf.

Am 16. September 1911 wurde ich, Liselotte Kern, als Tochter des Amtsgerichtsrates Dr. Franz Kern und seiner Ehefrau Elisabeth geb. Conrad in Berlin geboren. Ich besuchte daselbst 7 Jahre das Königstädtische Lyzeum und 6 Jahre die Studienanstalt des Berlinischen Gymnasiums zum Grauen Kloster, das ich Ostern 1931 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Ich studierte 8 Semester in den Universitäten Berlin und Bonn, davon 7 in Berlin, Mathematik, Physik, Meteorologie, Ozeanographie, Geographie und Philosophie.

Während der Semesterferien 1933 und 1934 praktizierte ich an der Flugwetterwarte Berlin-Tempelhof. In den Sommermonaten 1935 und 1936 wurde in Bad Pyrmont an der Bioklimatischen Station durch eigene Beobachtungen und Messungen das Material zu vorstehender Arbeit gesammelt.

Allen meinen Lehrern, besonders den Herren Referenten dieser Arbeit, bin ich zu tiefem Dank verpflichtet.